

(様式 5)

| | |
|-------------|--|
| 指導教員 承認印 | |
|-------------|--|

平成 26 年 12 月 9 日

学位（博士）論文の和文要旨

| | |
|---|--|
| 論文提出者 | 工学府博士後期課程 生命工学 専攻 平成 21 年度入学 学籍番号 09831202 氏名 佐藤礼子 印 |
| 主指導教員 氏 名 | 吉野知子 |
| 論 文 題 目 | オイル高蓄積海洋微細藻類の第一世代バイオディーゼル燃料生産への応用 |
| <p>論文要旨（2000 字程度）</p> <p>本研究では、海洋利用が可能な微細藻類由来バイオディーゼル燃料生産プロセスの実現可能性を明らかとすることを目的とし、新たに取得した脂質高生産海洋微細藻類を用いたパイロットスケールでの屋外培養を実施した。海洋微細藻類カルチャーコレクションから脂質生産性が最も高い海洋珪藻 <i>Fistulifera solaris</i> JPCC DA0580 株を選抜し、培養特性を明らかとした。また、当該株を屋外で培養し、得られた屋外培養データから年間脂質生産性及びエネルギー収支比(EPR; Energy profit ratio)を試算し、微細藻類を用いたバイオディーゼル燃料生産プロセスのエネルギー生産性を評価した。</p> <p>第 1 章では、微細藻類由来のバイオ燃料生産の優位性、微細藻類を用いたエネルギー生産における課題及び課題解決に向けた取り組みについてまとめ、本研究の目的と意義を明らかにした。</p> <p>第 2 章では、海洋資源を利用したバイオ燃料生産を目指し、1,393 株を含む海洋微細藻類カルチャーコレクションから脂質生産性の高い藻類の選抜を図った。Nile Red 染色により脂質含有量が高い株として、珪藻 <i>Fistulifera</i> 属、緑藻 <i>Scenedesmus</i> 属、<i>Chlorella</i> 属、<i>Chlorococcum</i> 属、<i>Tetraselmis</i> 属、<i>Oocystis</i> 属に分類される 10 株を選出した。特に脂質含有量が高い 4 株の海水中における生育速度の比較を行った結果、JPCC DA0580 株及び NKG 400014 株の倍加時間が 10 h 及び 12 h であることから、この 2 株のバイオマス生産性が高いことが示された。また、脂質組成を比較した結果、JPCC DA 0580 株の全脂肪酸の 98%がパルミチン酸 (C16:0) とパルミトレイン酸 (C16:1)で構成されており、バイオディーゼル燃料として直接利用可能であることが示された。さらに、乾燥藻体の発熱量を測定した結</p> | |

果、JPCC DA0580 株の発熱量は $6,423 \pm 139$ kcal/kg (26 ± 0.6 MJ/kg)であり、石炭(約 25 MJ/kg)や他の微細藻類種 (18 ~ 29 MJ/kg)に匹敵する発熱量を有することが示された。以上の結果から、選出された微細藻類株 *Fistulifera* 属 JPCC DA0580 株は高い中性脂質含量を示し、バイオディーゼル燃料の原料や固形燃料の原料として有用であることが示された。

第 3 章では、選抜された JPCC DA0580 株の形態観察による系統分類を行い、当該株が分類される *Fistulifera* 属のバイオディーゼル燃料生産株としての有用性及び生理学的特性を明らかにすることを目的とした。JPCC DA0580 株の形態観察により、被殻上に *Fistulifera* 属に保存される凸状構造である fistula が観察されたことから、当該株は羽状目珪藻の一つである *Fistulifera* 属に分類されることが示された。また、他の *Fistulifera* 属との被殻の微細構造の比較から、JPCC DA0580 株は独立した系統であることが示された。また、*Fistulifera solaris* JPCC DA0580 株、*Fistulifera pelliculosa* CCMP543 株及び *Fistulifera saprophila* NIES 2722 株のバイオマス生産性、脂質含量、脂質生産性を比較し、種ごとにおける生理学的特性を評価した。3 株の増殖に最適な培地中の NaCl 濃度の検討(0 mM ~ 380 mM)を行った結果、海水中から分離された JPCC DA0580 株及び CCMP543 株はいずれの NaCl 濃度条件下においても良好な生育を示し、380 mM と高濃度条件では JPCC DA0580 株が最も高いバイオマス量を示した。中性脂質含量は 3 株とも 45%以上であり、これまでスクリーニングされた他の微細藻類の脂質含量と比較すると *Fistulifera* 属は中性脂質高蓄積種であることが示された。JPCC DA0580 株において最も高いバイオマス生産性、脂質生産性が得られた。以上から、*Fistulifera* 属はバイオディーゼル燃料生産に適した微細藻類の一つであり、その中で JPCC DA0580 株が最も高い脂質生産性を示すことが明らかとなった。

第 4 章では、*Fistulifera solaris* JPCC DA0580 株のパイロットスケールの屋外培養試験を実施し、屋外培養データの取得を行った。2011 年 4 月から 2012 年 11 月までの期間において屋外培養試験を実施した。その結果、当該株は屋外粗放型培養槽においても生育が可能であり、オイル含有量はカラム型フォトバイオリアクターにおいて 40%程度まで達することが示された。また、レースウェイ型バイオリアクターを用いた培養の脂質生産性は、 0.72 g/m²/day であったのに対し、カラム型フォトバイオリアクターを用いることで脂質生産性は 1.08 g/m²/day とより高かった。*Fistulifera solaris* JPCC DA0580 株は屋外培養においても十分な生育を示し、脂質生産性の基礎データの取得を達成した。

第 5 章では、屋外培養で得られた培養データを基に、年間の脂質生産及び EPR を試算し、低炭素社会を目指した再生可能エネルギーの一つとして社会実装可能であるかを評価した。その結果、微細藻類を用いた年間の脂質生産性は高等植物で最も高いパーム油に比べ、2 倍程度に達することが示された。さらに、EPR は 1 を超えると試算され、太陽光エネルギーを利用することで、エネルギー生産が可能であることが明らかとなり、微細藻類を利用したバイオ燃料の実現可能性が示された。